

MAGNETO-RESISTANCE EFFECT TYPE MAGNETIC HEAD

Patent Number: JP1096815
Publication date: 1989-04-14
Inventor(s): TANABE HIDEO; others: 04
Applicant(s):: HITACHI LTD
Requested Patent: ☒ JP1096815
Application Number: JP19870253633 19871009
Priority Number(s):
IPC Classification: G11B5/39
EC Classification:
Equivalents: JP2510625B2

Abstract

PURPOSE: To impress a prescribed bias magnetic field to a magneto-resistance effect type element as needed and to suppress the generation of a noise by using an Ni-Fe alloy thin film body, in which the composition of Ni is 82-92wt.% and a magneto- striction in an Ni range is negative, for the magneto-resistance effect type element of a magneto-resistance effect type magnetic head.

CONSTITUTION: On a substrate 1 used also as a lower part magnetic shield by a magnetic body, an insulating layer 2 is laminated, an Ni-Fe alloy thin film body 3 is formed on it and further, a shunt bias film 4 is laminated. A magneto-resistance effect element part 7 having a signal magnetic field detecting part 5 and a detecting current introducing conductor part 6, in which the laminating film of the thin film body 3 and a bias film 4 is a prescribed size, is formed and further, an insulating layer 8 and an upper part magnetic shielding body 9 are laminated. As the magneto-resistance effect element 7, an Ni-Fe alloy thin film body is used in which the Ni composition is 82wt.%-92wt.% and a magneto-striction in an Ni range is negative. The difference between the thermal expansion coefficient of the substrate 1 and the thermal expansion coefficient of the Ni-Fe alloy thin film body used for the resistance effect element 7 is within + or -3X10<-6>/ deg.C.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑮ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑯ 公開 平成1年(1989)4月14日

G 11 B 5/39

7426-5D

審査請求 未請求 発明の数 1 (全7頁)

⑰ 発明の名称 磁気抵抗効果型磁気ヘッド

⑱ 特 願 昭62-253633

⑲ 出 願 昭62(1987)10月9日

⑳ 発 明 者 田 辺 英 男 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

㉑ 発 明 者 北 田 正 弘 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

㉒ 発 明 者 清 水 昇 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

㉓ 発 明 者 中 村 斉 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

㉔ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

㉕ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

最終頁に続く

明 細 書

1. 発明の名称

磁気抵抗効果型磁気ヘッド

2. 特許請求の範囲

1. 磁気記録媒体に記録された信号磁束を検出する磁気抵抗効果素子と該磁気抵抗効果素子に検出電流を流すために設けられた導電体とさらに上記磁気抵抗効果素子にバイアス磁界を印加するバイアス印加手段とを有する磁気抵抗効果型磁気ヘッドにおいて、Ni組成が82wt%～92wt% Ni範囲にある磁素子が負のNi-F₂合金薄膜体を上記磁気抵抗効果素子に使用

したことを特徴とする磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

2. 上記磁気抵抗効果型磁気ヘッドに使用する基板の熱膨張係数と該基板上に形成される上記磁気抵抗効果素子に使用されるNi-F₂合金薄膜体の熱膨張係数との差が $\pm 3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以内となるようにし、100～350℃の範囲内の基板温度で該Ni-F₂合金薄膜体を作製し

たことを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

3. 上記磁気抵抗効果素子に流す検出電流の方向と平行に1～2000のバイアス磁界を印加したことを特徴とする特許請求の範囲第1項および第2項記載の磁気抵抗効果型磁気ヘッド。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は磁気記録再生専用の磁気ヘッドである磁気抵抗効果型磁気ヘッドに係り、特に高密度記録再生に好適で高出力が可能な磁気抵抗効果型磁気ヘッドに関する。

〔従来の技術〕

今後、磁気記録の高密度化とともにこれに対応する磁気抵抗効果型磁気ヘッドの再生出力も高めていく必要がある。再生出力を高める方法の一つとして考えられることは、磁気抵抗効果型磁気ヘッドの磁気抵抗効果素子部に使用する強磁性薄膜体の磁気抵抗効果率自体を高めるということである。従来、当該強磁性薄膜体には至近零かあるい

は特開昭55-105822号に記載されているようにNi組成が81.0wt%以下(残りFe)の磁歪が正で $0 \sim +1.3 \times 10^{-8}$ の範囲内にあるNi-Fe合金薄膜体が使用されている。しかし、このNi-Fe合金薄膜体自体の磁気抵抗率 $(\Delta\rho/\rho)$ は、通 上記磁気抵抗効果型磁気ヘッドに使用される30~50nmの膜厚範囲内では2~2.5%と小さく、今後さらに高密度化が進んだ場合にはこの程度の $\Delta\rho/\rho$ では充分な出力を得ることができないという問題がある。さらにまた、上記磁歪が正のNi-Fe合金薄膜体を使用した磁気抵抗効果型磁気ヘッドでは、出力を増大するために検出電流を増加した場合ある検出電流値からノイズが急激に増加し始め、この電流値が上記Ni-Fe合金薄膜体の内部応力の変化あるいは温度の変化に対して大幅に変動するためあまり高い検出電流を流すことができないという欠点がある。したがって、この点からも高密度化に対応した充分な出力を得ることができないという問題がある。

Ni以下で磁歪が正のNi-Fe合金薄膜体の磁気抵抗効果率 $(\Delta\rho/\rho)$ は2~2.5%と小さく、当該Ni-Fe合金薄膜体を使用した磁気抵抗効果型磁気ヘッドでは、今後さらに高密度化が進んだ場合には充分な出力を得ることができないという問題があった。さらにまた、上記磁気抵抗効果型磁気ヘッドではノイズ発生を抑えるためにあまり高い検出電流を流すことができないという欠点があり、この点からも高密度化に対応した充分な出力を得ることができないという問題があった。

本発明の目的は上記問題を解決し、高密度化に好適な高出力化が可能な磁気抵抗効果型磁気ヘッドを提供することにある。

〔問題点を解決するための手段〕

上記目的は、該磁気抵抗効果型磁気ヘッドの磁気抵抗効果素子に使用されるNi-Fe合金薄膜体のNi組成を82wt%~92wt%Ni(残りFe)範囲内とし、また、上記磁気抵抗効果型磁気ヘッドに使用する基板と該基板上に形成される

これに対し、例えばアイ・イー・イー・イー・イ、トランザクション オン マグネチクス、エムエー ジー11、1975、第1018頁から第1038頁(IEEE, Trans., Magnetics, MAG11(1975), pp1018~1038)に記載されているように、82wt%Ni以上のNi組成を持つNi-Fe合金薄膜体の $\Delta\rho/\rho$ は、89wt%Ni近傍で4.8%程度にもなることが知られている。しかし、このNi組成のNi-Fe合金薄膜体は磁歪が負のため、上記磁気ヘッドに使用した場合これに起因した上記薄膜体内の磁化分布の乱れからバルクハウゼンノイズが増加するおそれがあるとされていたため、これまで上記磁気抵抗効果型磁気ヘッドに使用された例はなく、実際にこのNi組成のNi-Fe合金薄膜体を上記磁気ヘッドに使用した場合にどの程度の出力が得られるかはわからないという現状であった。

〔発明が解決しようとする問題点〕

上述したように、従来のNi組成が81wt%

上記Ni-Fe合金薄膜体との熱膨張係数の差が $\pm 3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以内となるようにすると同時に、100~350℃の範囲内の基板温度で上記Ni-Fe合金薄膜体を作製し、さらにまた、必要に応じて上記磁気抵抗効果素子に流す検出電流の方向と平行に1~200eのバイアス電界を印加することにより、達成される。

〔作用〕

上記Ni組成が82wt%~92wt%Ni(残りFe)の範囲内にあるNi-Fe合金薄膜体の磁気抵抗変化率 $(\Delta\rho/\rho)$ は3.5~4.8%である。上記Ni-Fe合金薄膜体を磁気抵抗効果型磁気ヘッドに使用すれば、磁気抵抗効果型磁気ヘッドの出力は理論的にはこれに使用するNi-Fe合金薄膜体の $\Delta\rho/\rho$ に比例するので、従来の $\Delta\rho/\rho$ が2~2.5%であるNi-Fe合金薄膜体を使用した磁気抵抗効果型磁気ヘッドの出力よりも2.4倍高いヘッド出力が期待できる。しかし実際のヘッド出力は、上記磁気ヘッドに使用する基板とその上に形成される上記Ni-Fe

合金薄膜体との熱膨張係数の差および形成された上記Ni-P合金薄膜体の結晶構造欠陥等に起因する内部応力により上記Ni-P合金薄膜体内部の磁化の向きが磁化容易方向（上記磁気抵抗効果素子に流す検出電流方向と平行）から乱れるために、理論値よりは低下する。この影響は、特に上記Ni-P合金薄膜体の磁歪が負で大きい程強く、したがって出力低下も大きい。しかし、本発明では、上記8.2wt%~9.2wt% NiのNi-P合金薄膜体を形成する際の基板温度を100~350℃の範囲とし、さらに基板と上記Ni-P合金薄膜体との熱膨張係数の差を $\pm 3 \times 10^{-6}$ 以内にすることで上記内部応力を非常に小さくすることができ、これによつて上記薄膜体内部の磁化の乱れも小さくなり、実際のヘッド出力の低下も小さく抑えることができるので、上記8.2wt%~9.2wt% Ni組成のNi-P合金薄膜体を使用した磁気抵抗効果型磁気ヘッドの出力は理論値に近づく。

また、上記検出電流方向と平行に印加するバイ

アス磁界は、上記Ni-P合金薄膜体内部の磁化の向きを該バイアス磁界の方向に揃えるように作用するので、該バイアス磁界を印加することによつて上記内部応力の影響で乱れている磁化の向きはさらにバイアス磁界の方向、すなわち検出電流の方向に揃うようになる。これによつて、実際の磁気ヘッドの出力の低下をさらに抑えることが可能であり、上記磁気抵抗効果型磁気ヘッドの出力はほぼ理論値と同等になる。

さらにまた、上記Ni-P合金薄膜体を使用した磁気抵抗効果型磁気ヘッドの検出電流を増加した場合、上記Ni-P合金薄膜体はジュール熱により膨張するが、上記薄膜体の両端は電極で固定されているために上記薄膜体内部には圧縮応力が誘起される。そしてこの圧縮応力は従来の磁歪正の薄膜体に対しては磁化の方向を乱すように作用するので従来の磁気ヘッドはあまり高い検出電流を流すことはできなかつたが、これに対し、8.2wt%~9.2wt% Niの磁歪負の薄膜体に対しては逆に磁化の方向を揃えるように作用するので、

磁歪負のNi-P合金薄膜体を使用した磁気ヘッドでは高い検出電流を流すことが可能である。

【実施例】

実施例1

以下に、実施例を用いて本発明を詳しく説明する。第1図は本発明を用いた一実施例である磁気抵抗効果型磁気ヘッドの正面図（第1図（a））と側面図（第1図（b））である。本実施例では、熱膨張係数が $9.2 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ であるNi-ZnフェライトあるいはMn-Znフェライトなどの磁性体からなり下部磁気シールドを兼ねた基板1上に Al_2O_3 膜や SiO_2 膜からなる絶縁層2をスパッタ法等により約0.6 μm 積層し、さらにその上に蒸着法あるいはスパッタ法等により100~350℃の基板温度で熱膨張係数が $11 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ である8.9wt% Ni（残りFe）組成のNi-P合金薄膜体3を約45 nm、続けてTiあるいはMo、Ta等からなるシャントバイアス層4を約130 nm積層した。そして、ホトリソグラフィの手法とイオンミリング等のエ

ッチング法により、上記Ni-P合金薄膜体3とシャントバイアス層4の積層膜を所定の大きさの信号磁界検出部5と検出電流導入導出部6とを持つ磁気抵抗効果素子部7を形成した後、さらに、 Al_2O_3 膜や SiO_2 膜からなる絶縁層8を0.2~0.4 μm 積層し、最後に上部磁気シールド体9としてNi-ZnフェライトあるいはMn-Znフェライトからなる磁性体を接着剤10によつて接着した。この後記録磁体と対向する側面図11をラッピングして磁気抵抗効果型磁気ヘッド12の作製を終了した。

本発明の磁気抵抗効果型磁気ヘッド12では上記側面図11と対向する磁気記録磁体13から漏れ出る信号磁束14を上記磁気抵抗効果を有するNi-P合金薄膜体3の信号磁界検出部5によつて抵抗変化として検出し、さらに上記検出電流導入導出部6から抵抗変化に対応した電圧変化を検出することで上記記録磁体13上の記録信号を読み取ることができる。また、本発明による磁気抵抗効果型磁気ヘッド12の分解図は、上記Ni

ーP。フェライト基板1と上部磁気シールド体9との間隔によって決まり、本実施例の場合この間隔は $0.975 \sim 1.175 \mu\text{m}$ としているが、これは決まったものではなく、高密度化とともに上記間隔を狭くしていつても何らさしつかえない。さらに、本実施例の第1図ではバイアス印加方式としてシャントバイアス方式を使用した例を示したが、本発明による磁気抵抗効果型磁気ヘッドではシャントバイアス方式に限らず各種バイアス方式の使用が可能であることは言うまでもない。

第2図は、 250°C の基板温度で蒸着した上記89wt% Ni組成のNi-P。合金薄膜体3を上記磁気抵抗効果素子部7に使用した場合の上記本発明の磁気抵抗効果型磁気ヘッドの出力（曲線1）と、基板1と上記Ni-P。合金薄膜体3との熱膨張係数の差との関係を、従来の磁気正のNi-P。合金薄膜体を使用した磁気抵抗効果型磁気ヘッドの出力（曲線2）と比較したものである。両図より上記本発明による磁気抵抗効果型磁気ヘッドの出力は、基板1とNi-P。合金薄膜体3と

の熱膨張係数の差が $\pm 3 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 以内であれば従来の磁気抵抗効果型磁気ヘッドの出力よりも増大し、最大2倍程度になることがわかる。

また、第3図は、上記本実施例の磁気抵抗効果型磁気ヘッドの出力（曲線3）と上記89wt% Ni組成のNi-P。合金薄膜体作製時の基板温度との関係を、従来の磁気抵抗効果型磁気ヘッドの場合（曲線4）と比較したものである。両図より上記本発明による磁気抵抗効果型磁気ヘッドの出力は、 $100 \sim 350^\circ\text{C}$ の範囲の基板温度で上記Ni-P。合金薄膜体3を作製すれば従来の磁気抵抗効果型磁気ヘッドの出力よりも増大することがわかる。以上のように本発明による磁気抵抗効果型磁気ヘッドでは、上記基板1と上記Ni-P。合金薄膜体3との熱膨張係数の差を $\pm 3 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 以内とし、さらにNi-P。合金薄膜体3作製時の基板温度を $100 \sim 350^\circ\text{C}$ の範囲とすれば従来のヘッドの出力よりも大きな出力が得られ、発明の効果が大きい。これは上記熱膨張係数の差を $\pm 3 \times 10^{-6}/^\circ\text{C}$ 以内とし、さらに

基板温度を $100 \sim 350^\circ\text{C}$ とすることにより上記Ni-P。合金薄膜体3内部に生ずる内部応力を小さく抑えることが可能であるためと考えられる。

さらにまた、第4図に上記本発明による磁気抵抗効果型磁気ヘッドにおいて基板1にNi-Znフェライト磁性体を使用し、上記Ni-P。合金薄膜体3を 250°C の基板温度で蒸着した場合のヘッド出力と上記Ni-P。合金薄膜体のNi組成との関係を示すが、これより82wt%～92wt% Ni範囲の組成のNi-P。合金薄膜体を本発明に使用すれば従来の81wt%以下のNi-P。合金薄膜体を使用した磁気抵抗効果型磁気ヘッドの出力よりも大きなヘッド出力が得られることがわかる。

実施例2

第5図は本発明を用いた他の実施例である磁気抵抗効果型磁気ヘッドの正面図（第5図（a））と側面図（第5図（b））である。本実施例の構成は、上記実施例1で示した磁気抵抗効果型磁気

ヘッドに検出電流の方向と平行にバイアス磁界を印加するためのCo-Pt層等からなる膜厚 $20 \sim 100 \text{ nm}$ の永久磁石膜15を上記89wt% Ni組成のNi-P。合金薄膜体3の下に膜厚 $0.1 \sim 0.4 \mu\text{m}$ の Al_2O_3 膜や SiO_2 膜からなる絶縁層16を介して覆ったものであり、他の構成は実施例1と全く同様である。さらに、本実施例による磁気抵抗効果型磁気ヘッドの動作も上記実施例1による磁気抵抗効果型磁気ヘッドの動作と同様であるが、本実施例では永久磁石膜15を用いて検出電流の方向と平行にバイアス磁界を印加することによりヘッド出力をさらに増加することができる。

第6図はこの効果を示したもので、Ni-Znフェライト磁性体を基板1としてその上に82wt%、89wt%、92wt% Ni組成のNi-P。合金薄膜体をそれぞれ上記磁気抵抗効果素子部7に使用した場合である。これよりバイアス磁界を 200 Oe まで印加すれば82～92wt% Ni組成に対してヘッド出力を飽和させることが可能であ

り、この飽和した値はほぼ理論値と一致する。また、上記バイアス磁界は、上記永久磁石部15の膜厚とNi-F合金薄膜体3と永久磁石部15との間の絶縁層16の膜厚を定めることによつて1~200Gの間の任意の値に調節することが可能である。

なお本実施例ではバイアス磁界印加に永久磁石膜を使用した。この他Fe-Mn合金膜やFe₂O₃膜を上記Ni-F合金薄膜体3に直接接触させて交換相互作用を利用してバイアス磁界を印加させる方法を使用しても本発明の効果は何ら変わることはない。

さらにまた、上記実施例1および2では基板および上部磁気シールド体として磁性体を使用しているが、この代わりに非磁性基板とその上に絶縁層を介して磁束シールド用の軟磁性薄膜体を積層したものを使用しても本実施例の効果には変わりはない。

〔発明の効果〕

本発明によれば、3.5~4.8%と従来使用さ

れているよりも非常に大きな磁気抵抗効果率

($\Delta\rho/\rho$)を持つ82~92wt% Ni組成のNi-F合金薄膜体を上記磁気抵抗効果素子部7に使用する。そして、上記基板1と上記Ni-F合金薄膜体との熱膨張係数の差を $\pm 3 \times 10^{-6}$ /℃以内とし、さらに上記Ni-F合金薄膜体作製時の基板温度を100~350℃の範囲内とすることにより上記Ni-F合金薄膜体内に生ずる内部応力を非常に小さく抑えることができ、これによつて該内部応力が上記Ni-F合金薄膜体内部の磁化の分散に及ぼす影響も抑えることが可能となるので、磁気抵抗効果型磁気ヘッドの出力を従来よりも2倍程度高める効果がある。また、本発明によれば、検出電流の方向、すなわち上記Ni-F合金薄膜体の磁化容易方向に1~200Gのバイアス磁界を印加し、このバイアス磁界によつて上記Ni-F合金薄膜体内の内部応力によつてわずかに乱れていた磁化の向きを全て磁化容易方向にそろえることができるので、上記磁気抵抗効果型磁気ヘッドの出力をさらに高め、

ほぼ理論値と同等にする効果がある。

さらにまた、本発明による82~92wt% Niの磁歪負の組成のNi-F合金薄膜体を上記磁気抵抗効果素子部7に使用した場合、検出電流を増加した時でも、上記Ni-F合金薄膜体はジュール熱により膨張し該Ni-F合金薄膜体の両端が検出電流導入導体部6で固定されているため該Ni-F合金薄膜体内部には圧縮応力が誘起されるが、該圧縮応力は上記磁歪負のNi-F合金薄膜体に対しては磁化の方向を磁化容易方向にそろえるように働くので、高い検出電流まで流すことが可能となり、その分ヘッド出力を高められるという効果が得られる。

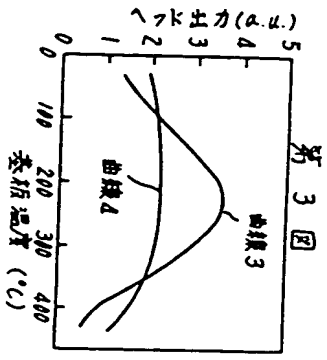
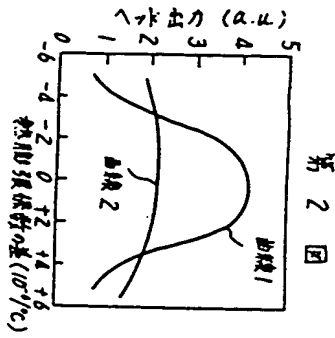
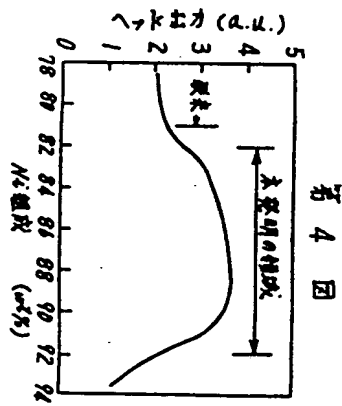
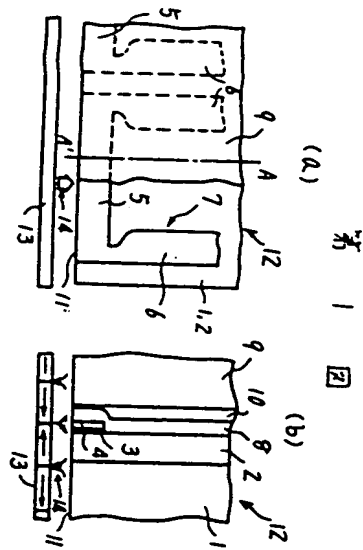
4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の一実施例になるヘッドの正面図(a)および断面図(b)、第2図、第3図および第4図は本発明の効果を示す特性曲線図、第5図は本発明の他の実施例になるヘッドの正面図(a)および断面図(b)、第6図は本発明の他の実施例の効果を示す特性曲線図である。

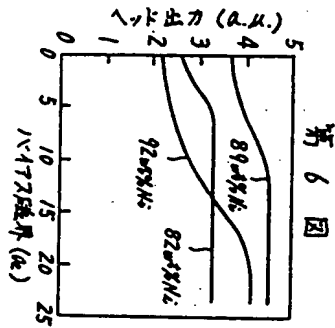
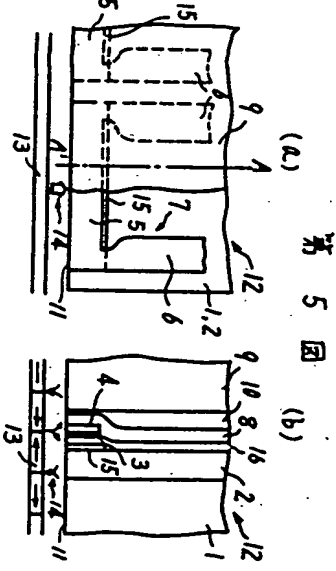
1…基板、2, 8, 16…絶縁層、3…Ni-F合金薄膜体、4…シヤントバイアス膜、5…信号磁界検出部、6…検出電流導入導体部、7…磁気抵抗効果素子部、9…上部シールド体、12…磁気抵抗効果型磁気ヘッド、13…磁気記録媒体、14…信号磁束、15…永久磁石膜。

代理人 弁理士 小川 勝男





- 1 基板
2, 8 絶縁層
3 金-Fe合金薄膜
4 ショットキー障壁
7 磁気抵抗効果層
9 上部磁気シールド層
12 磁気抵抗効果層
13 磁気抵抗効果層
14 磁気抵抗効果層



- 15 永久磁石
16 絶縁層

第1頁の続き

④発 明 者 昭

政 義

神奈川県小田原市国府津2850番地 株式会社日立製作所小
田原工場内